

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАГНИТНОЕ УДЕРЖАНИЕ ПЛАЗМЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.16</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 63,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Домашнее задание</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2026**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саврухин П.В.
	Идентификатор	R11b3e1ec-SavrukhinPV-7f3acf3b

П.В. Саврухин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических основ магнитного удержания плазмы для осуществления управляемого термоядерного синтеза.

### Задачи дисциплины

- приобретение навыков расчетов параметров термоядерных реакторов с магнитным удержанием плазмы для осуществления УТС;
- освоение технологических процессов получения и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
- изучение конструкции современных плазменных установок с магнитным удержанием плазмы;
- изучение основных методов диагностики плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
- изучение принципов проектирования установок с магнитным удержанием плазмы;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при проектировании и эксплуатации установок с магнитным удержанием плазмы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок	ИД-7 <sub>ПК-4</sub> Владеет навыками расчета параметров термоядерных реакторов с магнитным удержанием плазмы	знать: - методы получения, удержания и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы; - основные законы физики магнитного удержания термоядерной плазмы, используемые для решения проблемы УТС.  уметь: - принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации плазменных экспериментальных установок с магнитным удержанием плазмы; - выполнять расчеты количественных характеристик процессов, протекающих в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы, с применением существующих методов моделирования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Термоядерные реакторы и плазменные установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплины: «Электродинамика», «Основы физики плазмы», «Ядерная физика», «Термодинамика», «Элементарные процессы в плазме», «Методы имитационного моделирования в технической физике», «Иностранный язык»

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Проблема УТС и подходы к ее решению	5	8	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Проблема УТС и подходы к ее решению" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Проблема УТС и подходы к ее решению и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных</u></b></p>
1.1	Проблема УТС и подходы к ее решению	5		2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	

														<b><u>источников:</u></b> [1], Гл.1-3, с. 1-70 [4], Гл. 1-2, с. 1-30 [5], Гл. 1-2, с. 1-42
2	Равновесие плазмы в магнитном поле	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Равновесие плазмы в магнитном поле"	
2.1	Равновесие плазмы в магнитном поле	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Равновесие плазмы в магнитном поле" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Равновесие плазмы в магнитном поле и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Равновесие плазмы в магнитном поле" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу	

														"Равновесие плазмы в магнитном поле" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл.1-4 [3], Гл. 1-2, с. 1-40
3	Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле"
3.1	Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" подготовка к выполнению

													заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл. 15-17, с. 194-283 [6], Гл. 4-5, с. 43- 83	
4	Процессы переноса в плазме	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Процессы переноса в плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Процессы переноса в плазме	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Процессы переноса в плазме" <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Процессы переноса в плазме" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Процессы переноса в плазме и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных

													показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Процессы переноса в плазме" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], Гл. 2, с. 24-43 [4], Гл. 1-2, с 1-39 [6], Гл. 6-8, с. 75-111
5	Радиационные потери энергии из плазмы	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы"
5.1	Радиационные потери энергии из плазмы	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Радиационные потери энергии из плазмы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы" подготовка к выполнению заданий на

													<p>практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[5], Гл. 1-3, с. 1-57</p>
6	Методы нагрева плазмы	6	3	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b></p> <p>Повторение материала по разделу "Методы нагрева плазмы"</p>
6.1	Методы нагрева плазмы	6	3	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b></p> <p>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Методы нагрева плазмы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p> <p>Изучение материала по разделу "Методы нагрева плазмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы нагрева плазмы"</p>

														<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл. 1-4, с. 1-67 [6], Гл. 3-5, с. 43-75
7	Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием"
7.1	Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием	16	4	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с

													магнитным удержанием" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл.1-3, с 1-70 [3], Гл. 7, с. 87-109 [5], Гл. 1-4, с. 4-5
8	Виды установок с магнитным удержанием	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием"
8.1	Виды установок с магнитным удержанием	10	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Виды установок с магнитным удержанием" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>

													<b>источников:</b> [1], Гл. 1-4 с. 5-114 [3], Гл. 1-3, с. 1-54 [4], Гл. 5-7, с. 53-85 [7], Гл. 5-6
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Всего за семестр	108.00	28	-	14	-	2	-	-	0.5	30	33.50	
	Итого за семестр	108.00	28	-	14		2		-	0.5		63.50	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Проблема УТС и подходы к ее решению

#### 1.1. Проблема УТС и подходы к ее решению

Проблема УТС. Возможные топливные циклы. Постановка задачи об энергобалансе в плазме, критерий Лоусона; различные подходы к получению термоядерной энергии. Вопросы удержания плазмы магнитным полем. Вопросы инерциального подхода в УТС. Современное состояние работ по УТС и перспективы термоядерной энергетики.

### 2. Равновесие плазмы в магнитном поле

#### 2.1. Равновесие плазмы в магнитном поле

Равновесие плазмы в магнитном поле. Равновесие плазменного разряда с током. Равновесие тороидального плазменного разряда с током.

### 3. Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле

#### 3.1. Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле

Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле. Плазменные неустойчивости. МГД – неустойчивость. Винтовая неустойчивость. Дрейфовая неустойчивость.

### 4. Процессы переноса в плазме

#### 4.1. Процессы переноса в плазме

Процессы переноса в плазме. Процессы переноса в плазме без магнитного поля. Диффузия слабоионизованной плазмы без магнитного поля. Подвижность электронов и ионов в слабоионизованной плазме без магнитного поля. Проводимость плазмы. Диффузионный перенос в плазме с магнитным полем. Перенос поперек магнитного поля. Диффузия полностью ионизованной плазмы поперек магнитного поля. Об амбиполярной диффузии поперек магнитного поля. Термодиффузия. О процессах переноса в тороидальных магнитных конфигурациях. Запертые частицы и банановые траектории. Систематизация неустойчивостей. Микронеустойчивости плазмы и аномальная диффузия.

### 5. Радиационные потери энергии из плазмы

#### 5.1. Радиационные потери энергии из плазмы

Циклотронное излучение. Тормозное излучение. Рекомбинационное излучение.

### 6. Методы нагрева плазмы

#### 6.1. Методы нагрева плазмы

Методы нагрева плазмы. Нагрев плазмы инжекцией быстрых атомов. Волновые методы нагрева плазмы в термоядерных установках. Поддержание стационарного тока в токамаке.

### 7. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием

#### 7.1. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием

Баланс частиц и энергии в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы.

### 8. Виды установок с магнитным удержанием

### 8.1. Виды установок с магнитным удержанием

Виды термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы и их сравнительные характеристики.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Плазменные ускорители;
2. Виды установок: пинчи, открытые ловушки, токамак, стелларатор, обращенные магнитные конфигурации, левитроны и «Галатеи» Морозова;
3. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы;
4. Волновые методы нагрева плазмы;
5. Диффузионные потери;
6. Плазменные неустойчивости;
7. Вопросы равновесия плазмы в магнитном поле;
8. Сравнительные характеристики топливных циклов УТС.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проблема УТС и подходы к ее решению"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Равновесие плазмы в магнитном поле"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Процессы переноса в плазме"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиационные потери энергии из плазмы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы нагрева плазмы"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды установок с магнитным удержанием"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
основные законы физики магнитного удержания термоядерной плазмы, используемые для решения проблемы УТС	ИД-7 <sub>ПК-4</sub>	+	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле
методы получения, удержания и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы	ИД-7 <sub>ПК-4</sub>		+	+	+						Контрольная работа/Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы
<b>Уметь:</b>											
выполнять расчеты количественных характеристик процессов, протекающих в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы, с применением существующих методов моделирования	ИД-7 <sub>ПК-4</sub>		+	+	+	+					Домашнее задание/Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы
принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации плазменных экспериментальных установок с магнитным удержанием плазмы	ИД-7 <sub>ПК-4</sub>		+	+	+	+	+	+	+	+	Расчетно-графическая работа/Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №8)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Арцимович, Л. А. Управляемые термоядерные реакции / Л. А. Арцимович. – 2-е изд., перераб. – М. : Физматлит, 1963. – 467 с.;
2. Тимофеев, А. В. Резонансные явления в колебаниях плазмы / А. В. Тимофеев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Физматлит, 2009. – 296 с. – ISBN 978-5-922110-43-3.;
3. Кулыгин, В. М. Начала физики плазмы : Учебное пособие по курсу "Физика плазмы" направления "Техническая физика" / В. М. Кулыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Изд-во МЭИ, 2003. – 107 с. – ISBN 5-7046-0972-4.;
4. Голант, В. Е. Основы физики плазмы / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров. – М. : Атомиздат, 1977. – 384 с.;
5. Белокопытов, В. М. Элементы теории термоядерной плазмы : учебное пособие по курсам "Электродинамика систем заряженных частиц", "Физика плазмы" по направлению "Техническая физика" / В. М. Белокопытов, В. М. Кулыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – 2-е изд., испр. – М. : Изд-во МЭИ, 2005. – 84 с. – ISBN 5-7046-1300-4.;
6. Кадомцев, Б. Б. Коллективные явления в плазме / Б. Б. Кадомцев. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1988. – 304 с. – ISBN 5-02-014199-2.;

7. А. А. Сковорода- "Магнитные ловушки для удержания плазмы", Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (216 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69350>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
14. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
15. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
16. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
19. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения	Б-302, Специализированная	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска

практических занятий, КР и КП	учебная аудитория	маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-302, Специализированная учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для самостоятельной работы	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Магнитное удержание плазмы

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле (Контрольная работа)  
 КМ-2 Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы (Контрольная работа)  
 КМ-3 Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы (Домашнее задание)  
 КМ-4 Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Проблема УТС и подходы к ее решению					
1.1	Проблема УТС и подходы к ее решению		+			
2	Равновесие плазмы в магнитном поле					
2.1	Равновесие плазмы в магнитном поле		+	+	+	+
3	Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле					
3.1	Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле		+	+	+	+
4	Процессы переноса в плазме					
4.1	Процессы переноса в плазме			+	+	+
5	Радиационные потери энергии из плазмы					
5.1	Радиационные потери энергии из плазмы				+	+
6	Методы нагрева плазмы					
6.1	Методы нагрева плазмы					+
7	Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием					
7.1	Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием					+

8	Виды установок с магнитным удержанием				
8.1	Виды установок с магнитным удержанием				+
Вес КМ, %:		20	20	20	40